

DESARROLLO DE ELEMENTOS HOLOGRAFICOS PARA INTERCONEXION EN COMPUTACION OPTICA

Ana González Marcos, José A. Martín-Pereda

Departamento de Tecnología Fotónica

E.T.S.I. Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid

Ciudad Universitaria s/n, 28040 - Madrid (España)

ABSTRACT

Parallel processing systems require complex interconnection networks. In order to obtain fast and flexible communications at a reasonable cost, different types of networks has been studied in the past. None of them can be considered best. The cost-effectiveness of a particular network design depends of several factors that will not be treat here. Nevertheless, the basic device that configurate an interconnection network can be the same for most of them. In this way, an Optical Interconetion Network made with Holographic Optical Element (HOE) is presented. The HOE recording way use present special characteristics that are described. A Perfect Shuffle and Banyan networks has been implemented.

1.-INTRODUCCION

Las ventajas del procesado en paralelo, en cuanto a potencia de computación y velocidad, han hecho de este campo, como ya es ampliamente conocido, un objeto de estudio preferente para su aplicación en diversas áreas. El diseño de sistemas de procesado paralelo distribuido requiere de una red de interconexión compleja que proporcione la comunicación entre procesadores y, en algunos casos, el acceso a memoria de los mismos. La complejidad se hace presente cuando se desea una comunicación rápida y flexible a un coste razonable. Cuando el número de dispositivos a interconectar es demasiado grande, la conexión directa uno a uno o la matricial resultan impracticables.

Debido a todo ello, han sido propuestas numerosas redes de interconexión que faciliten el paralelismo a gran escala. Entre estas las más conocidas son la "Perfect Shuffle" y la "Banyan", representadas en la Fig.1. La primera aplicación de la "Perfect Shuffle" en procesado paralelo, en concreto para procesado de Fourier, aparece a principios de los setenta (1) para su uso, lógicamente, en computación electrónica.

Por otro lado, la capacidad inherente a la Optica del paralelismo, y las limitaciones que presenta a éste respecto la Electrónica, ha llevado a aplicar en Comunicaciones Opticas las redes estudiadas en la computación paralela. Dentro de los distintos tipos de interconexiones ópticas, la que aprovecha en mayor medida el paralelismo es la de la emisión enfocada, que también se denomina como interconexión imagen en el espacio libre. Los principales elementos de enfoque óptico son los realizados mediante holografia, denominados HOEs (Holographic Optical Element).

En el presente trabajo se expone la realización de un HOE para poder configurar una red "Perfect Shuffle" y "Banyan". La primera realización óptica de un "Perfect Shuffle" fué publicada a mediados de los ochenta(2), utilizando óptica clásica. A partir de entonces, han surgido numerosas publicaciones (3-5) ofreciendo diversas maneras de llevar a cabo ópticamente las redes de interconexión empleadas en Electrónica (6).

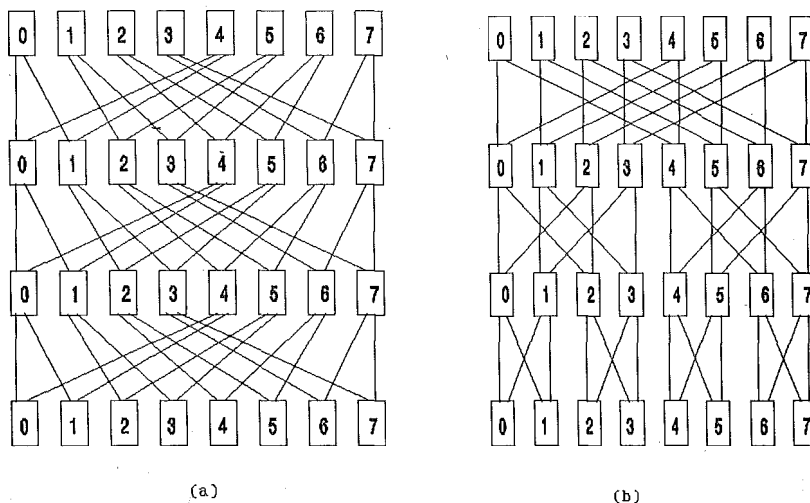


Figura 1.- Red de interconexión: (a) Perfect Shuffle, (b) Banyan.

II.- REALIZACION DE ELEMENTOS HOLOGRAFICOS

La realización práctica de las redes anteriormente citadas se ha limitado, en nuestro caso, a una matriz de 3x4 elementos. No habría habido ningún tipo de problemas para extender esta configuración a órdenes superiores. En la Fig.2 se muestra el montaje de grabación de los elementos holográficos empleados para el grabado de las correspondientes estructuras superficiales de encaminamiento y que configuran dicha matriz.

La principal diferencia de este montaje, con respecto a otros previamente utilizados, estriba en el uso de fibras ópticas, con un acoplador de 1x2. Mediante estos elementos es muy fácil mantener los requisitos de los haces de referencia y objeto, y que en un montaje convencional precisa de unas condiciones muy estrictas. Las vibraciones de los elementos que intervienen en todo el proceso holográfico, son aquí eliminadas de una manera simple. De hecho, la grabación ha sido realizada en una ambiente muy alejado de los requisitos normales en un laboratorio de Óptica. De hecho, podrían ser

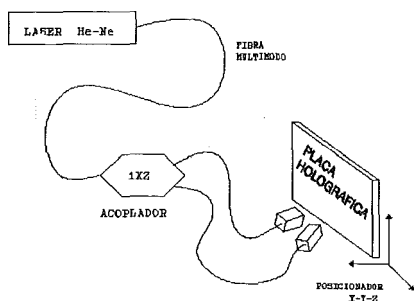


Figura 2.- Montaje del grabado de Hologramas.

diferentes tipos de hologramas, de acuerdo con las condiciones iniciales que se hubieran impuesto. De hecho, este factor añade una nueva dimensión a este tipo de montaje, ya que supone la introducción de técnicas equivalentes al multiplexado en longitudes de onda, análogo al que se usa en Comunicaciones Ópticas.

Un último punto que es preciso también señalar, es la posibilidad, mediante el empleo de fibras ópticas dopadas con erbio, de efectuar este tipo de grabación a distancias muy alejadas de la fuente inicial, cosa que no era posible con los montajes convencionales. Determinado tipo de efectos no lineales, que pudieran surgir, pueden servir también de fuente de información para nuevas estructuras.

En el montaje usado por nosotros, se ha empleado un láser de He-Ne de 10 mw de potencia, polarizado linealmente, y que, mediante un objetivo de microscopio, alimentaba a una fibra óptica. La longitud de onda empleada era la convencional de 6328 Å. Para una mayor facilidad de operación, se tomó una fibra multimodo de índice abrupto. La presencia de diferentes modos no era problema en este montaje, debido a la pequeña distancia entre los elementos del sistema. Si las distancias hubieran sido mayores, la fibra habría de ser monomodo. Igualmente, con las distancias empleadas, que nunca superaron los 5 metros, no aparecieron problemas de polarización a la salida de las fibras, hecho que hubiera sido un inconveniente, como ya es sabido, para la grabación de los hologramas. En caso de que hubieran aparecido, hubiera sido necesario el uso de fibras mantenedoras de polarización, como ya ha sido indicado antes. El acoplador usado fué uno convencional 1 x 2 con una constante de acoplo del 50 %.

La salida de las fibras, que debía incidir sobre las placas holográficas, atravesaba una lente GRIN a efectos de obtener un haz colimado.

La placa holográfica, del tipo AGFA, se montó sobre un posicionador paso a paso, x - y - z, controlado externamente, y con una resolución de 1 micra. Los ángulos de grabación, y consecuentemente, de reproducción, se ajustaron previamente sobre el soporte del microposicionador. A efectos de poder realizar las grabaciones de una

llevadas a cabo en una ambiente industrial para poder ser producidas en serie.

Es de señalar, por otra parte, que el empleo de fibras ópticas da una especial versatilidad al montaje empleado, ya que, por ejemplo, mediante el uso de fibras mantenedoras de la polarización podrían efectuarse otras operaciones que proporcionarían parámetros de grabación adicionales. Igualmente, y aunque en este caso no ha sido preciso, diferentes longitudes de onda podrían dar lugar, transmitidas en tiempos iguales, a

manera reiterada, delante de la placa se dispuso una lámina opaca a la radiación empleada y con un único orificio que se correspondía con la posición de grabado. Esta posición era la que determinaba el posicionador.

Los tiempos de exposición variaron entre 30 y 60 segundos. Este tiempo podría reducirse notoriamente si se incrementaba la potencia del láser, ya que la radiación óptica que incidía sobre la placa, después de todas las pérdidas habidas en enfoque, derivaciones y reflexiones con los elementos externos era de tan sólo 1 mw. Hay que señalar que estas pérdidas pueden ser reducidas notoriamente, mediante montajes más elaborados.

El proceso de revelado de las placas fué el convencional, por lo que no va a ser detallado aquí.

III.- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Se ha demostrado la posibilidad de realizar estructuras bidimensionales para encaminamiento óptico, mediante técnicas de posible realización en ambientes con pocos requisitos. Estas configuraciones permitirán aprovechar al máximo el producto espacio-ancho de banda que, aquí puede alcanzar magnitudes por encima de 10^{10} . La conexión entre planos, como se desprende de las características del holograma, son evidentemente de tipo pasivo. Esto es, las rutas de encaminamiento aparecen predeterminadas de antemano. La realización de configuraciones activas precisaría de hologramas variables en tiempo real, hecho este que todavía está alejado de la realidad de trabajo fuera del laboratorio.

IV.- BIBLIOGRAFIA

- (1) H.S.Stone, IEEE Transactions on Computers, **c-20**, 153 (1971).
- (2) A.W.Lohman, W.Stork y G.Stucke, Applied Optics, **25**, 1530 (1986).
- (3) K.H.Brenner y A.Huang, Applied Optics, **27**, 135 (1988).
- (4) C.W.Stirk, R.A.Athale y M.W.Haney, Applied Optics, **27**, 202 (1988).
- (5) A.W.Lohman y D.Mendlovic, Optics Letters, **17**, 822 (1992).
- (6) J.Giglmayr, Applied Optics, **31**, 1695 (1992).
- (6) F.E.Kiamilev et al., IEEE Journal of Lightwave Technology, **9**, 1674 (1991).